

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

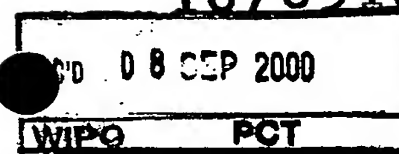
Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)



PCT/FR 02041

#2

BREVET D'INVENTION

EJ4

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

Fr 00/02041

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 21 JUIL 2000

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

DOCUMENT DE PRIORITÉ
PRÉSENTÉ OU TRANSMIS
CONFORMÉMENT À LA
RÈGLE 17.1.a) OU b),

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint Petersburg
75800 PARIS Cédex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04
Télécopie : 01 42 93 59 30

THIS PAGE BLANK (USPTO)



26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

BREVET D'INVENTION, CERTIFICAT D'UTILITE

Code de la propriété intellectuelle-Livre VI

cerfa
N° 55-1328

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

Confirmation d'un dépôt par télécopie ☐

Cet imprimé est à remplir à l'encre noire en lettres capitales

Réserve à l'INPI

DATE DE REMISE DES PIÈCES

15 JUL. 1999

N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL

9909362

DÉPARTEMENT DE DÉPÔT

D.R.G.R.

DATE DE DÉPÔT

15 JUL. 1999

1

NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE
À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE

**Cabinet Michel de Beaumont
1 rue Champollion
38000 Grenoble**

2 DEMANDE Nature du titre de propriété industrielle

☒ brevet d'invention

☐ demande divisionnaire

☐ certificat d'utilité

☐ transformation d'une demande de brevet européen



demande initiale

☐ brevet d'invention

n° du pouvoir permanent

références du correspondant
B4405

téléphone

04 76 51 84 51

date

Établissement du rapport de recherche

☐ différé

☒ immédiat

Le demandeur, personne physique, requiert le paiement échelonné de la redevance

☐ oui

☒ non

Titre de l'invention (200 caractères maximum)

SYSTÈME DE DÉPLACEMENT PNEUMATIQUE

3 DEMANDEUR(S)

n° SIREN

code APE-NAF

Nom et prénoms (souligner le nom patronymique) ou dénomination

UNIVERSITE JOSEPH FOURIER

Forme juridique

Etablissement Public

Nationalité(s) **Française**

Adresse(s) complète(s)

621, Avenue Centrale B.P. 53 38041 GRENOBLE CEDEX 9

Pays

FRANCE

4 INVENTEUR(S) Les inventeurs sont les demandeurs

☐ oui

☒ non

En cas d'insuffisance de place, poursuivre sur papier libre

Si la réponse est non, fournir une désignation séparée

5 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES

☐ requise pour la 1ère fois

☐ requise antérieurement au dépôt ; joindre copie de la décision d'admission

6 DECLARATION DE PRIORITE OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE

pays d'origine

numéro

date de dépôt

nature de la demande

7 DIVISIONS Antérieures à la présente demande n°

date

n°

date

8 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE

(nom et qualité du signataire - n° d'inscription)

**Michel de Beaumont
Mandataire n°92-1016**

SIGNATURE DU PRÉPOSÉ À LA RÉCEPTION

SIGNATURE APRES ENREGISTREMENT DE LA DEMANDE À L'INPI

DÉSIGNATION DE L'INVENTEUR

(si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

DIVISION ADMINISTRATIVE DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL

99 0 9362

TITRE DE L'INVENTION :

INPI GRENOBLE 15 JUIL. 1999

SYSTÈME DE DÉPLACEMENT PNEUMATIQUE

LE(S) SOUSSIGNÉ(S)

CABINET MICHEL DE BEAUMONT
1 rue Champollion
38000 Grenoble

DÉSIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) (indiquer nom, prénoms, adresse et souligner le nom patronymique) :

Philippe Cinquin, 15, Chemin de la Bastille, 38700 LA TRONCHE, FRANCE

Jocelyne Troccaz, 22, Allée Gaston Bachelard, 38320 EYBENS, FRANCE

NOTA : A titre exceptionnel, le nom de l'inventeur peut être suivi de celui de la société à laquelle il appartient (société d'appartenance) lorsque celle-ci est différente de la société déposante ou titulaire.

Date et signature(s) du (des) demandeur(s) ou du mandataire
Le 15 juillet 1999
B4405

Michel de Beaumont
Mandataire n°92-1016

M. de Beaumont

SYSTÈME DE DÉPLACEMENT PNEUMATIQUE

La présente invention concerne un système de déplacement pneumatique.

On connaît des systèmes pneumatiques d'actionnement, couramment appelés "muscles artificiels" constitués de boudins gonflables insérés dans des tresses de protection, tels que le muscle artificiel se contracte ou se dilate selon que sa pression de fluide interne augmente ou diminue. De tels muscles artificiels sont, par exemple, décrits par B. Tondu et P. Lopez dans "Compte Rendu de l'Académie des Sciences", t. 320, PP 105-114, 1995. Notamment, on a mis au point de tels "muscles" qui peuvent avoir une longueur de l'ordre de la dizaine de centimètres et un diamètre de l'ordre de 1 à 3 cm et qui fournissent une contraction de l'ordre de 10 à 20 % de leur longueur quand leur pression interne varie de la pression atmosphérique à une pression 4 à 5 fois plus grande. Ces systèmes présentent l'avantage d'un excellent rapport puissance/poids. Par exemple un muscle artificiel d'un poids de l'ordre de 50 à 100 grammes peut exercer une force de l'ordre de 1000 newtons, c'est-à-dire, par exemple, soulever une charge de l'ordre de 100 kg. Ces systèmes d'actionnement sont bien adaptés à un fonctionnement en milieu hospitalier car ils sont propres, non polluants et se prêtent à des opérations de désinfection/stérilisation. De plus, ils

utilisent seulement des sources d'électricité basse tension de faible puissance pour commander des électrovannes. En outre, des sources d'air comprimé sont couramment disponibles en milieu hospitalier.

5 Toutefois, ces systèmes présentent un inconvénient lié à leur faible débattement qui, comme on l'a indiqué, est de l'ordre de seulement 10 à 20 % entre leur position de repos et leur position active.

10 La présente invention vise à prévoir un système de déplacement pneumatique présentant les mêmes avantages de légèreté, de fiabilité et de sécurité que les muscles artificiels susmentionnés mais présentant en outre un débattement important.

15 Pour atteindre cet objet, la présente invention prévoit un système de déplacement pneumatique d'un câble tendu en boucle entre au moins deux poulies, comprenant au moins un "muscle artificiel" inséré sur une portion de la boucle, la longueur de ce muscle artificiel variant selon qu'il est ou non sous pression, un moyen pour mettre sous pression ou non le muscle artificiel, et des moyens pour bloquer alternativement deux
20 desdites poulies dans au moins un sens de rotation.

 Selon un mode de réalisation de la présente invention, le système comprend un seul muscle artificiel disposé sur une branche de la boucle et un câble élastique.

25 Selon un mode de réalisation de la présente invention, le système comprend plusieurs muscles artificiels en série disposés sur la même branche de la boucle.

30 Selon un mode de réalisation de la présente invention, le système comprend au moins deux muscles artificiels respectivement situés de part et d'autre d'une poulie, et des moyens pour mettre sous pression de façon complémentaire lesdits muscles artificiels au rythme auquel les poulies sont bloquées et débloquées. Le câble est élastique.

 Selon un mode de réalisation de la présente invention, un dispositif à déplacer est directement lié au câble.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, un dispositif à déplacer est lié au câble par l'intermédiaire d'un système de renvoi à poulie.

5 Selon un mode de réalisation de la présente invention, au moins l'une des poulies est liée à un point fixe par l'intermédiaire d'un moyen élastique.

Ces objets, caractéristiques et avantages, ainsi que d'autres de la présente invention seront exposés en détail dans la description suivante de modes de réalisation particuliers
10 faite à titre non-limitatif en relation avec les figures jointes parmi lesquelles :

les figures 1A à 1H représentent des phases successives de fonctionnement d'un dispositif selon un premier mode de réalisation de la présente invention ; et

15 les figures 2A à 2H représentent des phases successives de fonctionnement d'un dispositif selon un deuxième mode de réalisation de la présente invention.

La figure 1A représente très schématiquement un premier mode de réalisation d'un système de déplacement pneumatique selon
20 la présente invention. Ce système comporte un câble, fil, bande ou sangle tendu en boucle fermée entre deux poulies 2 et 3. Chacune des poulies est associée à un système de blocage commandable à distance, par exemple un frein pneumatique ou une roue à rochet à cliquet de blocage amovible, le cliquet étant
25 commandable de façon pneumatique ou par un électroaimant. Dans la boucle constituée par le câble 1 est inséré un muscle artificiel 5 tel que défini précédemment. On notera qu'il peut s'agir d'un système de blocage uni ou bidirectionnel. En figure 1A, ce muscle est représenté en position dilatée, ce qui correspond par exemple
30 à son état sous faible pression. On a indiqué par la référence A un point voisin d'une extrémité du muscle artificiel 5 et par la référence B un point situé sur l'autre branche de la boucle. On a représenté par une flèche le fait que la poulie 2 est bloquée (ou n'autorise les rotations que dans le sens inverse des aiguilles
35 d'une montre). On suppose également que le câble 1 présente une

certaine élasticité. Ainsi, dans l'état représenté en figure 1, ce câble présente une première tension.

A la figure 1B, on a représenté la même structure, la poulie 2 étant toujours bloquée et la poulie 3 toujours libre
5 mais le muscle artificiel 5 étant à l'état contracté. La tension du câble augmente vers une deuxième valeur de tension. Le point A se déplace vers la droite et le point B se déplace également vers la droite.

A l'étape de la figure 1C, le muscle est maintenu à
10 l'état contracté mais cette fois-ci, c'est la poulie 3 qui est bloquée et la poulie 2 qui est libre. Rien ne change dans le déplacement des divers points du câble qui reste dans le deuxième état de tension.

A l'étape de la figure 1D, la poulie 3 étant toujours
15 bloquée, le muscle artificiel est dilaté : le point A se déplace vers la gauche et le point B se déplace vers la droite.

Aux étapes des figures 1E et 1F, c'est la poulie 2 qui est bloquée et la poulie 3 qui est libre. A l'étape de la figure 1E, rien n'a été modifié. A l'étape de la figure 1F, le muscle
20 artificiel a été contracté. Le point A s'est déplacé vers la droite et le point B aussi.

Aux étapes des figures 1G et 1H, c'est la poulie 3 qui est bloquée et la poulie 2 qui est libérée. A la figure 1G, rien n'a été modifié. A la figure 1H, le muscle artificiel a été
25 dilaté, le point A s'est déplacé vers la gauche et le point B s'est déplacé vers la droite.

On voit donc qu'en alternant les blocages des poulies 2 et 3 et en provoquant au même rythme des contractions et des dilatations du muscle artificiel, les points de la boucle
30 tournent dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. Le point B tourne régulièrement tandis que le point A avance et recule, les avancées étant plus importantes que les reculs. Bien entendu, le sens de rotation pourrait être inversé si l'on procédait au passage d'un état dilaté à un état contracté tandis que
35 la poulie 3 et non pas la poulie 2 est bloquée.

En considérant qu'on veut déplacer un élément lié au point B, on pourra modifier la vitesse de déplacement de cet élément en modifiant la fréquence des commutations entre les états bloqués et libres des deux poulies, et corrélativement la fréquence des commutations dilaté/contracté du muscle 5. Pour un muscle artificiel donné, on pourra modifier l'amplitude des déplacements incrémentiels en modifiant la différence entre les pressions maximum et minimum fournies pour obtenir les états contracté et dilaté. On pourra aussi disposer en série plusieurs muscles artificiels sur une même bande.

Le système peut être à fonctionnement continu en prévoyant que le muscle artificiel 5 peut, comme le câble 1, tourner autour de chacune des poulies. Dans ce dernier cas, on préférera utiliser des systèmes à au moins deux muscles artificiels en série, un seul muscle étant commuté à un instant donné, et le muscle tournant autour d'une poulie étant inhibé tandis qu'il se trouve autour de celle-ci.

Un système selon l'invention se prête facilement à une commande à une fréquence de l'ordre de 10 coups par seconde, ce qui correspond, si le débattement de chaque muscle est de l'ordre de 2 cm, à une vitesse de 20 cm/s. Cette vitesse est tout à fait compatible avec de très nombreuses applications, notamment avec des applications de type télémanipulation. On pourra également prévoir qu'une alimentation pneumatique commune est utilisée pour le gonflage/dégonflage des muscles artificiels et pour la commande d'arrêt/blocage des poulies. Des électrovannes pourront être prévues pour être reliées à ces divers éléments, ces électrovannes étant éventuellement pilotées par un ordinateur.

La figure 2A représente un deuxième mode de réalisation de la présente invention dans un premier état. On retrouve un câble 1 entre des poulies 2 et 3 qui peuvent être alternativement bloquées (blocage bidirectionnel). Deux muscles artificiels 11 et 12 sont disposés sur les branches opposées de la boucle. Ces deux muscles sont dilatés et contractés en opposition. Par exemple, le muscle 11 est dilaté quand la poulie 2 est bloquée et le muscle

12 est dilaté quand la poulie 3 est bloquée. Dans la phase comprise entre les figures 2A et 2B, la poulie 2 est bloquée, le muscle 11 est contracté et le muscle 12 est dilaté. Dans cette phase, la partie du câble comprise entre la poulie bloquée et
 5 chacun des muscles artificiels reste immobile (point A), et la partie du câble comprise entre la poulie libre et chacun des muscles artificiels (point B) se déplace dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. Dans ce mode de réalisation, le fonctionnement du système ne nécessite pas que le câble soit
 10 élastique bien que l'on puisse choisir un câble légèrement élastique pour d'autres raisons.

Dans la phase comprise entre les états représentés aux figures 2C et 2D, le point A se déplace dans le sens inverse des aiguilles d'une montre tandis que le point B reste fixe. Des
 15 phases successives de déplacement sont illustrées en figures 2E à 2H. On voit que, contrairement au cas du premier mode de réalisation, il n'existe pas de phases dans lesquelles un point donné du câble recule. Chacun des points ou bien avance ou bien reste fixe à chaque étape. Ceci peut constituer un avantage dans de
 20 nombreuses applications.

Les diverses variantes décrites en relation avec la figure 1 s'appliqueront également au mode de réalisation de la figure 2 quant aux façons de modifier la vitesse de rotation du câble, de modifier l'amplitude des incréments élémentaires, et de
 25 multiplier ou non le nombre d'éléments. En outre, dans le système de la figure 2, dans lequel des muscles artificiels fonctionnent en opposition, on pourra prévoir des moyens de conservation d'énergie utilisant partiellement l'énergie stockée dans un muscle gonflé pour participer au gonflage d'un muscle dégonflé
 30 tandis que le premier muscle doit passer l'état dégonflé. On pourra également prévoir que l'un des muscles varie entre deux pressions hautes, par exemple cinq fois et quatre fois la pression atmosphérique tandis qu'un autre varie entre deux pressions intermédiaires, par exemple deux fois et une fois la pression

atmosphérique. Ceci peut faciliter les transferts d'énergie d'un muscle à l'autre.

La présente invention pourra être appliquée à de nombreux systèmes dans lequel on veut réaliser un déplacement
5 mécanique. L'élément à déplacer peut être lié directement ou indirectement au câble 1 du premier ou deuxième mode de réalisation de l'invention.

Selon une variante de l'invention, des poulies supplémentaires pourront être ajoutés pour modifier le parcours du
10 câble et le trajet de l'élément à déplacer ou pour faciliter ce trajet.

Selon un avantage de la présente invention, dans le cas où le câble 1 est élastique, le système permet de limiter la contrainte maximale qui peut être appliquée à l'élément entraîné,
15 ce qui assure une fonction de sécurité souvent souhaitable dans des applications médicales.

On pourra également prévoir que les poulies extrêmes, au lieu d'être montées sur des points fixes, sont montées sur ces points par l'intermédiaire d'éléments élastiques tels que des
20 ressorts. Sinon, on pourra prévoir que l'élément lié au câble en rotation est associé à ce câble par l'intermédiaire d'un système à poulie de renvoi qui assure l'élasticité souhaitée.

A titre d'exemple d'application dans le domaine médical, un ou plusieurs systèmes selon la présente invention
25 pourront être utilisés pour déplacer et positionner un dispositif de diagnostic ou un dispositif thérapeutique sur le corps humain, la liaison par câble procurant pour ce type d'application l'avantage d'une grande souplesse de mise en oeuvre.

REVENDICATIONS

1. Système de déplacement pneumatique d'un câble (1) tendu en boucle entre au moins deux poulies (2, 3), caractérisé en ce qu'il comprend :

5 au moins un "muscle artificiel" (5 ; 11, 12) inséré sur une portion de la boucle, la longueur de ce muscle artificiel variant selon qu'il est ou non sous pression,

un moyen pour mettre sous pression ou non le muscle artificiel, et

10 des moyens pour bloquer alternativement deux desdites poulies dans au moins un sens de rotation.

2. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend un seul muscle artificiel (5) disposé sur une branche de la boucle et un câble-élastique.

15 3. Système selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comprend plusieurs muscles artificiels en série disposés sur la même branche de la boucle.

4. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend au moins deux muscles artificiels (11, 12) respectivement situés de part et d'autre d'une poulie, et des
20 moyens pour mettre sous pression de façon complémentaire lesdits muscles artificiels au rythme auquel les poulies sont bloquées et débloquées.

5. Système selon la revendication 4, caractérisé en ce que le câble est élastique.

25 6. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'un dispositif à déplacer est directement lié au câble.

7. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'un dispositif à déplacer est lié au câble par l'intermédiaire d'un système de renvoi à poulie.

30 8. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'au moins l'une des poulies est liée à un point fixe par l'intermédiaire d'un moyen élastique.

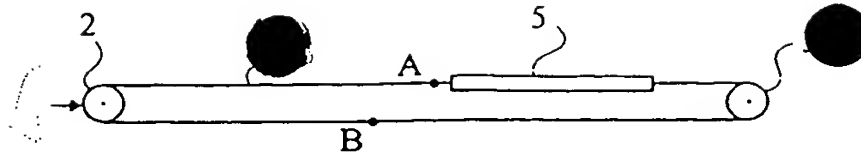


Fig 1A

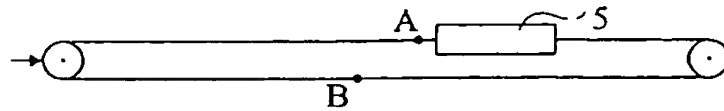


Fig 1B

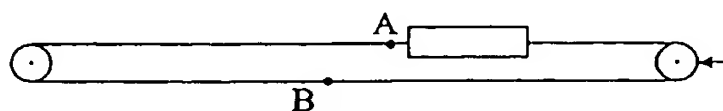


Fig 1C

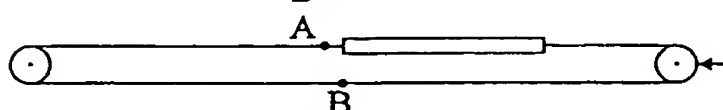


Fig 1D

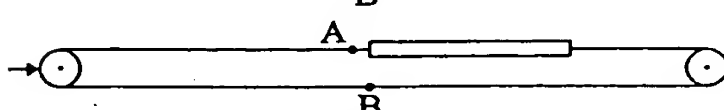


Fig 1E

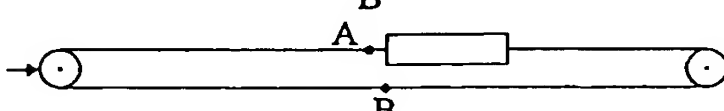


Fig 1F

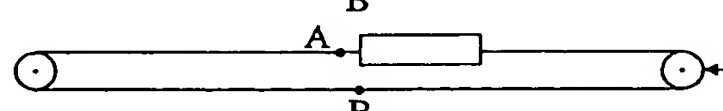


Fig 1G



Fig 1H

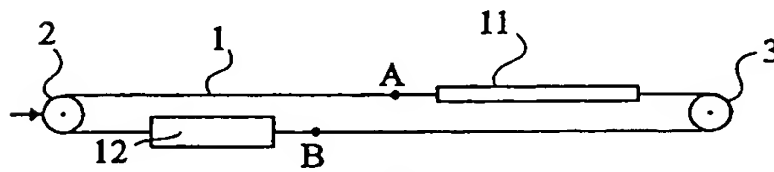


Fig 2A

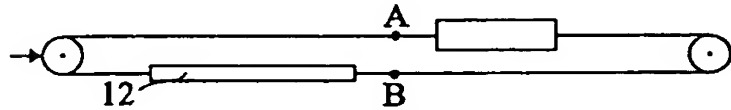


Fig 2B

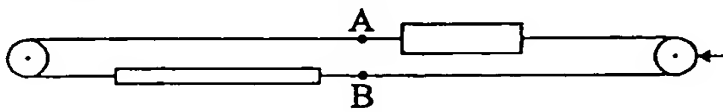


Fig 2C

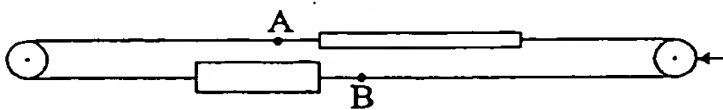


Fig 2D

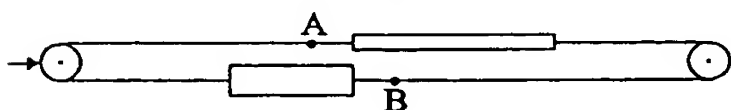


Fig 2E

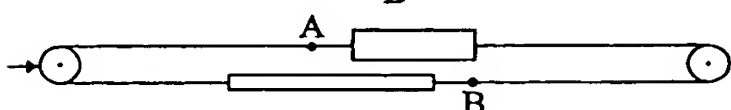


Fig 2F

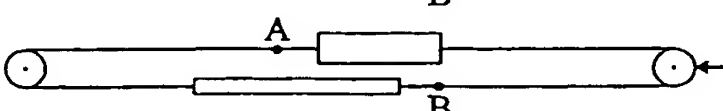


Fig 2G

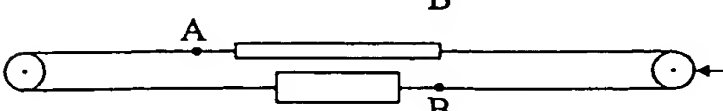


Fig 2H

THIS PAGE BLANK (USPTO)